



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 40 02 557 A 1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
F 04 B 21/08  
// F 02 M 59/02

21 Aktenzeichen: P 40 02 557.8  
22 Anmeldetag: 30. 1. 90  
43 Offenlegungstag: 8. 8. 91

DE 40 02 557 A 1

71 Anmelder:  
L'Orange GmbH, 7000 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Spehr, Günther, 7041 Kornwestheim, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Hochdruck-Kolbenpumpe

57 Eine Hochdruckkolbenpumpe mit einem in einem Zylinder oszillierend geführten Kolben weist eine bezüglich der Zu-/Abflußbohrung druckraumseitige zylindrische Führungsfläche mit einer axialen Erstreckung von 0,05 bis 0,5 mal dem Kolbendurchmesser auf.

Dies hat den Vorteil, daß mit zunehmendem Hub und steigenden Pumpendruck der Kolben aus der Führungsfläche austaucht und so die Angriffsflächen für einseitige Seitenkräfte auf dem Kolben reduziert werden. Dies verhindert ein Verkanten und ein hieraus sich möglicherweise ergebendes Fressen des Kolbens an der Zylinderwand.

DE 40 02 557 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Hochdruck-Kolbenpumpe mit einem Zylinder, einem darin geführten, um die Hublänge (h) bewegbaren Kolben und mindestens einer vom Kolben zeitweilig verschließbaren Zu-/Abflußbohrung für das Pumpmedium, bei der die Zylinderwand als Führungsfläche für den Kolben ausgebildet ist, und im Bereich des Pumpendruckraumes beabstandet von der Zu-/Abflußbohrung eine Ringausnehmung vorgesehen ist.

Eine derartige Hochdruck-Kolbenpumpe wird als Einspritzpumpe für Motoren, insbesondere Dieselmotoren verwendet.

Bei neueren Entwicklungen wird dabei der Einspritzdruck immer weiter erhöht; dieser liegt etwa im Bereich bis zu 1500 bar. Bei derart hohen Drücken tritt zunehmend die Gefahr auf, daß der Kolben trotz sehr geringen Laufspiels während der Hochdruckphase durch hohe Seitenkräfte leicht verkantet und an der Führung anstreift. Dies kann zum Fressen des Kolbens an der Zylinderwand führen.

Es sind bereits Anstrengungen unternommen worden, um ein derartiges Fressen zu verhindern. So ist in der DE-OS 27 41 348 ein Kolben beschrieben, in dem mehrere mit dem Füllraum kommunizierende Umfangsnuten eingelassen sind.

Aus der GB 7 24 986 und der GB 20 77 862 sind gattungsgemäße Hochdruck-Kolbenpumpen bekannt geworden, die Vorrichtungen zum Verhindern des Austretens von Pumpmedium zwischen Kolben und Zylinder in antriebsseitiger Richtung aufweisen. Die Ringausnehmung ist dabei aus fertigungstechnischen Gründen vorgesehen.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Hochdruck-Kolbenpumpe der gattungsgemäßen Art zu schaffen, die auch bei hohen Drücken eingesetzt werden kann, ohne daß die Gefahr des Fressens besteht.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die ringförmige Führungsfläche zwischen Zu-/Abflußbohrung und dem Beginn der Ringausnehmung eine axiale Erstreckung ( $e_1$ ) von 0,05 bis 0,5 mal dem Kolbendurchmesser (d) aufweist; also  $e_1 = 0,05 - 0,5 \times d$ .

Der wesentliche Vorteil der Erfindung besteht darin, daß mit zunehmendem Hub und steigendem Pumpendruck der Kolben aus der Führungsfläche austauscht, und so die Angriffsflächen für die einseitigen Seitenkräfte auf den Kolben reduziert werden. Denn durch die gleichmäßige Vergrößerung der austauchenden Mantelfläche des Kolbens wird dieser von allen Seiten gleichmäßig mit Druck beaufschlagt. Dadurch werden die durch ein Verkanten verursachten einseitigen Seitenkräfte durch die neu erzeugten rundum ausgeglichenen Seitenkräfte erheblich verringert. Je mehr also der Pumpendruck durch die Bewegung des Kolbens in Richtung oberen Totpunkt steigt, umso weiter taucht dieser in den freigeschlossenen Bereich hinter der Führungsfläche aus, und wird an dieser wachsenden Kolbenmantelfläche vom hohen Druck gleichmäßig seitlich beaufschlagt.

Wird die axiale Erstreckung der Führungsfläche ( $e_1$ ) zu groß gewählt, also insbesondere größer als  $0,5 \times d$ , wie dies in herkömmlichen Hochdruckkolbenpumpen der Fall ist, so ist der relative Zuwachs an ausgeglichenen Seitenkräften nicht genügend groß, um auch bei höchsten Drücken ein Anstreifen bzw. Fressen zu verhindern. Wird hingegen  $e_1$  zu klein, insbesondere kleiner als  $0,05 \times d$  gewählt so ist keine ausreichende Abdrück-

tung mehr gewährleistet.

Besonders vorteilhaft hat sich ein Wert von 0,1 bis  $0,3 \times d$  für  $e_1$  erwiesen. Die genaue Wahl von  $e_1$  wird man abhängig von den auftretenden Betriebsverhältnissen, insbesondere den Drücken wählen.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist eine bezüglich der Zu-/Abflußbohrung antriebsseitige zweite zylindrische Führungsfläche mit einer axialen Erstreckung ( $e_2$ ) von  $0,05 - 0,5$  mal dem Kolbendurchmesser (d) vorgesehen ist ( $e_2 = 0,05 - 0,5 \times d$ ). Vorzugsweise ist hinter der zweiten Führungsfläche eine Ringnut mit einer axialen Erstreckung (n) von  $n = 0,2$  bis  $2,0 \times d$  vorgesehen.

Diese Ausführung eignet sich besonders für Hochdruck-Kolbenpumpen mit langem Steuerkopf. Durch die Ringnut werden vorteilhafterweise weitere seiten-druckentlastete Flächen geschaffen. Es wird erreicht, daß ein wichtiger Flächenteil des Kolbens am Umfang druckausgeglichen ist, der gerade in der Druckentwicklungs- und Anfangsphase einen unerwünschten Seitendruck auf den Kolben ausüben kann. Besonders vorteilhaft ist dabei eine axiale Erstreckung (n) der Ringnut von  $n = 0,2$  bis  $2,0 \times d$ . Überlicherweise wird der Abstand  $e_2$  etwa gleich  $e_1$  gewählt werden. Jedoch sind abhängig von den Betriebsbedingungen und den Drücken, für welche die Hochdruck-Kolbenpumpe auszulegen ist, auch andere Werte zweckmäßig.

Besonders vorteilhaft ist es, daß die Ringnut unterhalb der Zu-/Abflußbohrung über die umlaufende Nut am Kolben druckseitig verbunden ist. Dadurch wird auf einfache Weise ein ausreichender Druckausgleich um den Kolbenschaft erzielt.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung sieht vor, daß der Kolben, wie bekannt, eine mit der Kolbenstirnfläche kommunizierende umlaufende Nut aufweist, wobei der Kolben von dieser umlaufenden Nut in antriebsseitiger Richtung in einem begrenzten axialen Abschnitt (k) konisch ausgebildet ist. Durch den in den konischen Spalt einfallenden Druck des Pumpmediums wird vorteilhafterweise die Parallelstellung des Kolbens zur Zylinderachse eingeleitet. Ferner werden dadurch zusätzlich die Seitenkräfte auf den Kolben reduziert.

Diese Ausbildung ist in Verbindung mit der oben beschriebenen Ringnut besonders vorteilhaft. Denn diese beiden Ausführungsformen zusammen erleichtern die Zentrierung des Kolbens während der Anfangsphase der Druckentwicklung. Die Länge (k) dieses konischen Abschnittes ist so auszugestalten, daß bei Stellung des Kolbens in der Kolbenführung bei Förderbeginn eine Verbindung zwischen Pumpendruckraum und der Ringnut nicht gegeben ist. Der Winkel  $\alpha$  zur Kolbenachse beträgt  $0,2^\circ$  bis  $10^\circ$ .

Die Erfindung wird nachfolgend in einer bevorzugten Ausführungsform anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert, ohne auf diese beschränkt zu sein. Es zeigt:

Fig. 1 Einen Querschnitt durch den Zylinder einer Hochdruck-Kolbenpumpe,

Fig. 2 Einen Querschnitt durch einen weiteren Zylinder,

Fig. 3 Einen Kolben der Hochdruck-Kolbenpumpe in Seitenansicht, und

Fig. 4 einen anderen Kolben der Hochdruck-Kolbenpumpe in Seitenansicht.

Der in Fig. 1 dargestellte Zylinder 1a einer nicht weiter gezeigten Hochdruck-Kolbenpumpe weist im wesentlichen eine zentrale Bohrung 2 auf, die zur Aufnah-

me eines in Fig. 3 gezeigten Kolbens 3 dient. Die Bohrung 2 kommuniziert mit zwei Zu-/Abflußbohrungen 4a, b, oder, wie nicht dargestellt, mit übereinander angeordneten Zufluß- und Abflußbohrungen die zur Zuführung bzw. Abführung des von der Pumpe zu fördernden Pumpmediums dienen. Es kann eine oder mehrere Zu- bzw. Abflußbohrungen vorzusehen sein, bei übereinanderliegenden sind vorzugsweise je zwei Zu- und Abflußbohrungen vorzusehen. Das Pumpmedium ist üblicherweise Dieselöl. Der Endbereich der Bohrung 2 ist als Pumpdruckraum 5 ausgebildet, und steht mit Förderkanälen 6a, b in Verbindung.

Die Zylinderwand 7 ist als Führungsfläche ausgebildet und auf den Außendurchmesser des Kolbens 3 abgestimmt. Im Bereich des Pumpendruckraumes 5 weist die Zylinderwand 7 eine Ringausnehmung 8 auf, die sich von der Stirnwand 9 der Bohrung 2 bis zu einem Absatz 10 hin erstreckt. Die Ringausnehmung 8 ist in einer radialen Tiefe von ca. 0,2 bis 1,0 mm ausgeschliffen, um einen ausreichenden allseitigen Druckaufbau auf den Kolben 3 zu erzeugen.

Zwischen den druckraumseitigen Kanten der Zu-/Abflußbohrungen 4a, b und diesem Absatz 10 ist die erfindungsgemäße zylindrische Führungsfläche 11a vorgesehen, deren axiale Erstreckung  $e_1$  in Abhängigkeit von dem in Fig. 3 dargestellten Kolbendurchmesser  $d$  definiert ist.

In Fig. 2 ist eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Diese unterscheidet sich von der in Fig. 1 gezeigten Ausführung dadurch, daß im Zylinder 1b in die Zylinderwand 7 in antriebsseitiger Richtung im Abstand von den Zu-/Abflußbohrungen 4a, b eine zweite Führungsfläche 11b festgelegt ist, die durch eine Ringnut 13 in antriebsseitiger Richtung 14 begrenzt ist. Die Länge dieser zweiten Führungsfläche  $e_2$  wird vorzugsweise gleich  $e_1$  gewählt. Die Ringnut 13 weist eine axiale Länge  $n$  auf, hinter der die Zylinderwand 7b wiederum als Führung für den Kolben 3 ausgebildet ist.

Die Ringnut 13 ist vorzugsweise in einer radialen Tiefe von 0,2 bis 1,0 mm ausgeschliffen, um einen ausreichendes Volumen für den Druckausgleich zu erzielen.

In Fig. 3 ist eine Ausführung eines Kolbens 3 in Seitenansicht dargestellt. Dieser weist im wesentlichen eine umlaufende Nut 15 auf, die über eine Längsnut 16 mit der Stirnfläche 17 des Kolbens 3 in Verbindung steht. Steuerranten 12a, b sind zur Steuerung von Beginn und Ende der Förderung vorgesehen.

An seinem antriebsseitigen Ende weist der Kolben 3 einen im Betrieb von einem nicht gezeigten Nocken beaufschlagten Kolbenfuß 22 und einer Kolbenfahne 18 zum Verdrängen des Kolbens 3 in Umfangsrichtung auf.

Der Kolben 3 ist mit einem hinteren 19 und einem vorderen 20 Führungsabschnitt versehen, um in Zusammenarbeit mit der Zylinderwand 7, insbesondere mit den Führungsflächen 11a und 11b eine verkantungsfreie und dichtende, oszillatorische Bewegung zu ermöglichen.

Ferner weist der Kolben 3 einen konischen Abschnitt 21 auf. Dieser ist unter einem Winkel  $\alpha$  in Richtung 20 Steuernut angeschragt.

In Fig. 4 ist eine andere Ausführungsform eines Kolbens 3 dargestellt, der im wesentlichen mit dem Kolben 3 gemäß Fig. 3 übereinstimmt. Ein Unterschied besteht darin, daß anstelle einer Längsnut eine zentrale Sackbohrung 23 in der Kolbenstirnfläche 17- eingelassen ist. Diese Sackbohrung 23 kommuniziert über eine Querböhrung 24 mit der umlaufenden Nut 15, die analog

dem Kolben 3 mit einer Steuerkante 12b zur Steuerung des Einspritzendes versehen ist.

Ferner ist der Kolben 3- mit einem abgeschliffenen Abschnitt 25 versehen, der in Ausdehnung und funktionell dem konischen Abschnitt 21 der Fig. 3 entspricht.

Der konische Abschnitt 21 bzw. der abgeschliffene Abschnitt 25 dienen beide dazu, schon bei frühem Druckanstieg den Kolben 3 bzw. 3' zu zentrieren. Diese Abschnitte sind dabei so ausgebildet, daß ein Flüssigkeitskeil entsteht, der zu einem schnellen allseitigen Druckaufbau bei der Bewegung des Kolbens in Richtung oberem Totpunkt beiträgt. Die Ringausnehmung 8 gemäß Fig. 1 ist bezogen auf die druckraumseitige Führungsfläche 11a etwa in einer Tiefe von 0,1 bis 3 mm ausgeschliffen, abhängig vom Kolbendurchmesser  $d$ . Die Tiefe der Ringausnehmung 8 ist dabei so bemessen, daß ein ausreichend dimensionierter Spalt zwischen dem in den Druckraum 5 eintauchenden Kolben 3 bzw. 3' und der Zylinderwand 7a bzw. 7b entsteht, so daß der im Druckraum 5 herrschende Fluiddruck über diesen Spalt seitlich auf dem Umfang des Kolbens 3, insbesondere auf dessen vorderen Führungsabschnitt 20 wirken kann. Wird diese Ringausnehmung 8 in zu geringer Tiefe ausgeschliffen, wird die erfindungsgemäße Wirkung nicht erzielt, d.h. daß nur eine verringerte Seitenkraft auf den Kolben wirkt, und somit die Zentrierwirkung reduziert.

#### Patentsprüche

1. Hochdruck-Kolbenpumpe mit einem Zylinder (1a, b), einem darin geführten, bewegbaren Kolben (3) und mindestens einer vom Kolben (3) zeitweilig verschließbaren Zu-/Abflußbohrung (4a, b) für das Pumpmedium, bei der die Zylinderwand (7) als Führungsfläche für den Kolben (3) ausgebildet ist, und im Bereich des Pumpdruckraumes (5) bestandend von der Zu-/Abflußbohrung (4a, b) eine Ringausnehmung (8) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die bezüglich der Zu-/Abflußbohrung (4a, b) druckraumseitige zylindrische Führungsfläche (11a) eine axiale Erstreckung (e) aufweist, die zwischen 0,05 und 0,5 des Kolbendurchmessers (d) beträgt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Erstreckung zwischen 0,1 und 0,3 des Kolbendurchmessers (d) beträgt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine bezüglich der Zu-/Abflußbohrung (4a, b) antriebsseitige zweite zylindrische Führungsfläche (11b) mit einer axialen Erstreckung (e<sub>2</sub>) von 0,05 – 0,5 des Kolbendurchmessers (d) vorgesehen ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß hinter der zweiten Führungsfläche (11b) eine Ringnut (13) mit einer axialen Erstreckung (n) von  $n = 0,2$  bis  $1,0 \cdot d$  vorgesehen ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (3), wie bekannt, eine mit der Kolbenstirnfläche (17) verbundene umlaufende Nut (15) aufweist, wobei der Kolben (3) von der umlaufenden Nut (15) aus in antriebsseitiger Richtung in einem begrenzten axialen Abschnitt (k) konisch ausgebildet ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel  $\alpha$  des konischen Kolbenabschnittes zwischen 0,2 – 10 Bogenminuten beträgt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel  $\alpha$  zwischen 1–3 Bogenminuten beträgt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolbendurchmesser (d) größer als 18 mm ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zylindrischen Führungsflächen (11a, b) mit einer abriebsmindernden Beschichtung überzogen sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringausnehmung (8), bezogen auf die druckraumseitige Führungsfläche, (11a) eine Tiefe von 0,1 bis 3 mm, vorzugsweise 0,2 bis 1 mm aufweist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

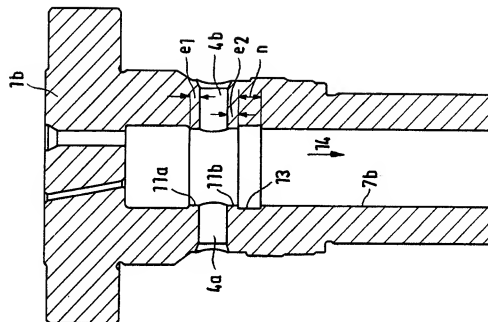
45

50

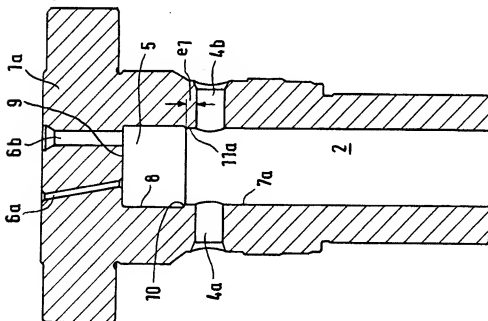
55

60

65



**FIG. 2**



**FIG. 1**

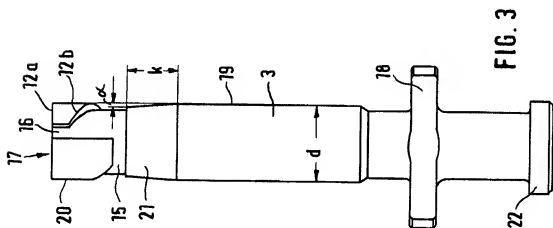


FIG. 3

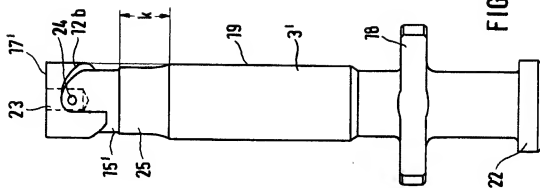


FIG. 4